

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: 84115223.4

⑤① Int. Cl.⁴: **A 61 B 17/60**

⑲ Anmeldetag: 12.12.84

③① Priorität: 17.12.83 DE 3345728
28.06.84 DE 3423788
31.10.84 DE 3439795

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.07.85 Patentblatt 85/27

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
AT CH FR GB IT LI

⑦① Anmelder: Schewior, Thomas, Dr.med.
Lessingstrasse 1
D-6903 Neckargemünd(DE)

⑦② Erfinder: Schewior, Thomas, Dr.med.
Lessingstrasse 1
D-6903 Neckargemünd(DE)

⑦④ Vertreter: Geitz, Heinrich, Dr.-Ing.
Postfach 2708 Kaiserstrasse 156
D-7500 Karlsruhe 1(DE)

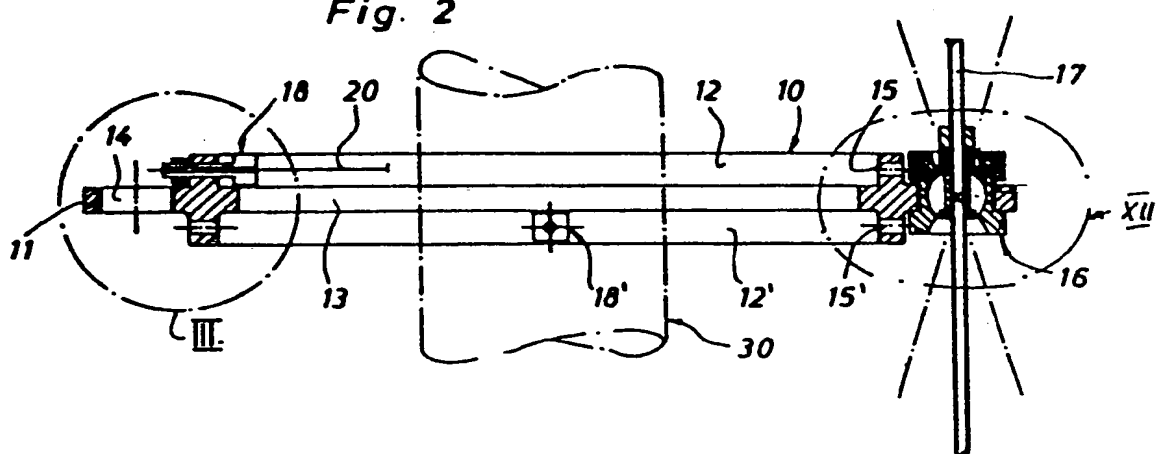
⑤④ Vorrichtung zum Einrichten von Knochenabschnitten und/oder Knochenfragmenten.

⑤⑦ Bei der Vorrichtung handelt es sich um einen sog. "Fixateur externe", der aus durch Stangen und Befestigungsmittel in ein- und verstellbaren Abständen miteinander verbindbaren Stellringen und aus Spanndrähten besteht, die sich in den von den Stellringen aufgespannten Ebenen erstrecken und mit ihren Enden mittels Halterungen an voneinander entfernten Teilen jeweils eines Stellrings unter Längsspannung befestigbar sind. Der Befestigung der Spanndrahtenden an den Stellringen dienen nachstellbare Spannelemente, die jederzeit während der Einsatzdauer eines derartigen Fixateurs ein Nachspannen der genannten Spanndrähte ermöglichen. In den Befestigungselementen sind die Stangen zum Verbinden benachbarter Stellringe stufenlos axialbeweglich und unabhängig davon innerhalb vorbestimmter Grenzen stufenlos winkelbeweglich gelagert, in allen Einstelllagen jedoch arretiert.

EP 0 146 872 A2

./...

Fig. 2



842312

Anmelder: Schewior, Thomas, Dr. med.
Lessingstraße 1

D-6903 Neckargemünd

Vorrichtung zum Einrichten von Knochenabschnitten und/oder
Knochenfragmenten

=====

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Ein-
richten von Knochenabschnitten und/oder Knochenfragmenten,
die aus durch Stangen und Befestigungselemente in
ein- und verstellbaren Abständen miteinander verbindbaren
05 Stellringen und aus mit letzteren unter Längsspannung
verbindbaren, sich in den von den Stellringen aufge-
spannten Ebenen erstreckenden und mit ihren Enden
mittels Halterungen an voneinander entfernten Teilen
jeweils eines Stellrings befestigbaren Drähten zur
10 Fixation der Knochenabschnitte oder -fragmente besteht.

Vorrichtungen dieser Art sind als sog. Fixateurs
externs (äußere Festhalter) bekannt und werden in
den medizinischen Disziplinen der operativen Orthopädie
der Gliedmaßen und der Unfallheilkunde zur Behandlung
15 von Gliedmaßenbrüchen verwendet. Eine mit Hilfe einer

derartigen Vorrichtung erzielte Fixation von Knochen-
teilen oder Knochenbruchstücken ist den verdeckten,
an die zu verbindenden Knochenabschnitte direkt an-
gepaßten und angeschraubten Platten insofern überlegen,
05 als sie weichteilschonend ist und, fern von Knochen-
abschnitten oder Knochenbrüchen gelegen, angebracht
wird sowie nachträglich ein- und nachstellbar ist.

Es sind einerseits uni-, bi- oder multilaterale
Rahmenfixateure und andererseits zirkulär bzw. hemi-
10 zirkulär angelegte Fixateure mit Ringen bzw. Ringab-
schnitten bekannt. Im Sinne der vorliegenden Erfindung
werden nachstehend derartige Ringe oder Ringabschnitte
ganz allgemein als "Stellringe" bezeichnet, auch
wenn es sich dabei nicht um geschlossene Ringe, sondern
15 um bügelartige Ringabschnitte handelt.

Fixateure aus Ringen bzw. Ringabschnitten oder entsprechen-
den Kombinationen aus Ringen und Ringabschnitten
mit in jeder Ring- oder Ringabschnittsebene einge-
spannten paarigen gekreuzten, gelegentlich aber auch
20 singulären, Drähten zur Knochenfragment-Fixation
und aus diese Ebenen miteinander verbindenden Stangen
sind den nichtringförmigen, etwa polygonalen
Rahmenkonstruktionen insofern überlegen, als sie
hohe Kräfte in den Ringebenen neutralisieren können
25 und dank dieser Fähigkeit zur Kraftaufnahme die Montage
der Knochen-Fixationsdrähte unter hoher Zugspannung
ermöglichen, ferner aber auch dadurch, daß die die
Knochenteile festhaltenden Drähte zum Zwecke der
Spannbarkeit dünn und infolge der auf sie aufge-
30 brachten Spannung stabil, gleichzeitig aber federnd
sind, und daß die dünnen Drähte gewebeschonend und

-3-

- bei Bedarf auch sekundär austauschbar sind, ohne im Falle eines solchen Austauschs gegen neu zu bohrende Drähte die angebohrten Knochen bei wiederholter Drahtbohrung in ihrer Stabilität zu schwächen,
- 05 und nicht nur zur Knochenfixation, sondern auch zu Manövern der Stellungskorrektur von Knochenbruchstücken und zur Erzeugung von Druck im Bruchspalt zwischen zwei einzurichtenden Knochen miteingesetzt werden können.
- 10 Unbefriedigend bei diesen Fixateuren ist allerdings, daß ihre dreidimensionale Anpassungsfähigkeit an eine vorgegebene anatomische Situation oder eine sich im Laufe der Behandlung verändernde Stellung der Fragmente beschränkt ist. Es ist der Grundkon-
- 15 struktion nach nur das fluchtende Weiter- oder Engstellen der Abstände der parallelen Ring- bzw. Ringabschnittsebenen möglich. Andere als planparallele Ringebenen sind nur durch zusätzlichen, umständlichen, in der stereometrischen Anordnung und Funktion nicht sicher
- 20 bestimmbaren Einbau von kreuzgelenkartigen Ankopplungselementen möglich, wobei jedes dieser Elemente das Gewicht des äußeren Festhalters erhöht und seine Gesamtstabilität verringert.
- Während der Behandlung ist meist ein sukzessives
- 25 Verstellen der relativen Lage der Stellringe und damit auch der von ihnen gehaltenen und geführten Knochenabschnitte notwendig, sei es, daß dabei eine primär gegebene Distanz (Dislokation) von Knochen-
- 30 fragmenten zu beseitigen ist, sei es, daß sekundäre durch Gewebeanspannung unerwünschte Lageveränderungen

-4-

von Knochenabschnitten zu korrigieren sind, oder sei es, daß therapeutisch beabsichtigte plastische Verformungen des gesamten Gliedmaßenknochens in Form von Verlängerungen, Verkürzungen oder Achsenkorrekturen
05 vorgesehen sind.

Eben diese Repositionen oder plastischen Knochenverformungen (Richtarbeiten) sind aber mit herkömmlichen Festhalten nur umständlich und unsicher, unvollständig und unter Stabilitätsverlust durchführbar.
10 An sog. windschiefen räumlichen Knochenfragmentkonstellationen kann mit bekannten Ringfixateuren noch gar keine anatomisch befriedigende Positionsänderung erzielt werden.

Unbefriedigend bei diesen externen Fixateuren ist
15 auch, daß die in den Ring- oder Ringabschnittsebenen gespannten, die auszurichtenden Knochenabschnitte in aller Regel entfernt von einer Fraktur durchdringenden Drähte nur mittels besonderer Spannmittel spannbar und dann mit ihren Enden an voneinander
20 entfernten Abschnitten eines Stellrings festlegbar sind, etwa infolge Einklemmung zwischen Bereichen des Stellrings und einer an diesem angebrachten Klemmschelle. Als nachteilig hat sich ferner erwiesen, daß die
jeweils im Abstand von einer Fraktur platzierten Drähte
25 eine den Durchmesser der Stellringe überschreitende Länge aufweisen müssen, um mittels geeigneter Halterungen unter einer vorbestimmten Längsspannung an voneinander entfernten Abschnitten jeweils eines Stellrings befestigbar zu sein, wobei die radial über einen
30 Stellring hinausragenden Drahtabschnitte zum Zwecke

der Aufbringung einer Längsspannung beispielsweise mittels einer Spannzange erfaßbar sein müssen.

Demgegenüber besteht die Zielsetzung der Erfindung in der Verbesserung der eingangs erläuterten Vorrichtung
05 zum Einrichten von Knochenabschnitten und/oder Knochen-
fragmenten dahingehend, daß dreidimensionale Formver-
änderungen des äußeren Festhalters und damit Positions-
änderungen der in ihrer Lage zu korrigierenden Knochen-
fragmente stufenlos möglich werden und eine stufenlose
10 Arretierung in jeder Einstelllage gelingt, wobei die
Gesamtstabilität auch während eines jeden Teilmanövers
einer Knochenfragment-Positionsänderung beibehalten
wird und einzelne oder bedarfsweise kombinierte Frei-
heitsgrade von Korrekturbewegungen der Knochenfrag-
15 mente im Bedarfsfalle auch selektiv ermöglicht werden
sollen.

Ferner besteht die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe in der Verbesserung der eingangs erläuterten Vorrichtung dahingehend, daß die in einer Ring- oder
20 Ringabschnittsebene plazierten und einzurichtende
Knochenabschnitte durchdringenden Drähte in einfacher
Weise an den Stellringen befestigbar und spannbar
sind und daß während der gesamten Behandlungsdauer
die Drahtspannung leicht variierbar und dementsprechend
25 die Stabilität der Gesamtanordnung an den jeweiligen
Behandlungsfall anpaßbar ist.

Ausgehend von der Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist die erste Teilaufgabe der Erfindung dadurch gelöst, daß die Stangen mittels
30 der Befestigungselemente innerhalb vorbestimmter
Grenzen allseitig schwenkbar an den Stellringen gelagert

und in jeder Schwenkstellung arretierbar sind, und daß die Abstände zwischen benachbarten Stellringen unabhängig von den eingestellten Schwenklagen der Stangen einstellbar sind.

- 05 Eine Ausgestaltung dieser Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Stellringe mit sich senkrecht zu den von ihnen aufgespannten Ebenen erstreckenden und über den Umfang verteilt angeordneten Ausnehmungen für die austauschbare Aufnahme der Befestigungselemente
- 10 versehen sind, und daß die in diesen Ausnehmungen fest, jedoch lösbar montierten Befestigungselemente sphärisch konfigurierte, in jeder Einstelllage stufenlos arretierbare Schwenklagerungen sowie stufenlos verstellbare Längslagerungen für die Stangen aufweisen.
- 15 Angesichts der stufenlosen Verschwenkbarkeit der Stangen in den sphärisch konfigurierten Schwenklagern und der Stangenlängsbeweglichkeit gelingen allen Erfordernissen bei bestimmungsgemäßer Verwendung genügende Korrekturmanöver und eine Fixation der Stangen in
- 20 den jeweils erzielten Einstelllagen. Dadurch wird eine allseitige Verformbarkeit eines erfindungsgemäß aufgebauten Fixateurs erreicht, die den Vorteil hat, daß der Operateur bei den je Stellringetage vorzunehmenden Drahtbohrungen sich nach den anatomischen
- 25 Gegebenheiten richten und dabei beispielsweise Gefäß-, Nerven- und Sehnenverläufe schonen kann und bei der Einstellung der Perforationsrichtung die Planparallität zu benachbarten Stellringetagen nicht streng einzuhalten braucht. Wenn aus anatomischen Zwängen zueinander
- 30 geneigte oder parallel verschobene Stellringetagen

resultieren, können je zwei benachbarte Ringebenen in diesen sich zwangsläufig ergebenden Lagen mit Hilfen der schwenkbaren und längeveränderlichen Stangenlagerungen spannungsfrei miteinander verbunden werden.

- 05 Zweckmäßigerweise besitzt bei der vorgenannten Ausgestaltung der Erfindung jede Schwenklagerung eine in einer sphärische Lagerflächen aufweisenden Lagerschale aufgenommene Lagerkugel, durch die sich eine Stange hindurcherstreckt, desgleichen eine mittels
- 10 Schraubgewinde mit der Lagerkugel verspannbare und letztere in der Spannlage arretierende Klemmeinrichtung, so daß in Abhängigkeit von dem Anspannen der Klemmeinrichtung infolge Betätigung des Schraubgewindes eine jederzeit leicht lösbare, aber sicher wirkende Arretierung
- 15 in der jeweiligen Einstelllage erreichbar ist. Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, wenn die Lagerschale mittels eines hülsenartigen Abschnittes, der in die das Befestigungselement aufnehmende Ausnehmung im Stellring hineinragt, in letzterem fest, jedoch lösbar
- 20 verankert ist. Demgemäß kann im Bereich einer jeden sich senkrecht zur Stellringebene durch den Stellring hindurcherstreckenden Ausnehmung ein erfindungsgemäßes Befestigungselement montiert werden. Der hülsenartige Abschnitt kann ein Gewindeabschnitt
- 25 und in ein Innengewinde der Ausnehmung eingeschraubt sein.

- Eine andere Ausgestaltung sieht vor, daß die Klemmeinrichtung zum Arretieren der Lagerkugel einen mittels eines Schraubgewindes relativ zu der die
- 30 Lagerkugel aufnehmenden Lagerschale einstellbaren und in Abhängigkeit von seiner Einstellung an der

Lagerkugel angreifenden Klemmring umfaßt. Dieser Klemmring kann mit seinem Schraubgewinde in ein Innengewinde der die Lagerschale aufnehmenden Ausnehmung im Stellring eingeschraubt sein.

- 05 Die Anordnung kann, gemäß einer anderen Ausgestaltung, aber auch so getroffen sein, daß der in die Ausnehmung im Stellring hineinragende Abschnitt der Lagerschale eine Länge größer als die Dicke des Stellringes aufweist und wenigstens auf dem im eingesetzten Zustand der
- 10 Lagerschale auf der von letzterer entfernten Seite über die Stellringebene hinausragenden Teil mit Außengewinde versehen ist. Bei einer derartigen Ausbildung dieses Abschnittes kann der Klemmring auf den sich durch die Ausnehmung im Stellring hindurcherstreckenden
- 15 Gewindeabschnitt der Lagerschale aufgeschraubt sein, desgleichen aber auch eine die eingeschraubte Lagerschale in ihrer Montageposition zusätzlich sichernde Kontermutter. Diese Kontermutter kann auch, nach einer gleichfalls weiteren Ausgestaltung, mit einem sich auf der von
- 20 der Lagerschale entfernten Seite forterstreckenden Gewindeabschnitt versehen und auf letzteren der Klemmring aufgeschraubt sein. Die Lagerschale kann aber auch, nach einer anderen Ausgestaltung mit dem genannten Abschnitt in die Ausnehmung im Stellring einsteckbar und durch
- 25 formschlüssig mit der Ausnehmung zusammenwirkende Mittel, wie Nut und Feder, gegen Drehung gesichert sein.

- Gemäß einer anderen Ausgestaltung ist zwischen dem Klemmring und der Lagerkugel eine mittels des Klemmringes gegenüber der Lagerkugel verspannbare Klemmhülse mit einem sich von der Lagerkugel aus erweiternden und innerhalb eines vorbestimmten Winkelbereichs
- 30

- Schwenkbewegungen der Lagerkugel mit der sich durch diese hindurcherstreckenden Stange zulassenden Innenkonus angeordnet. Zweckmäßigerweise kann die Klemmhülse mit dem sich von der Lagerkugel aus öffnenden Innen-
- 05 konus mit dem Klemmring drehbar, aber axialfest verbunden sein, wobei die Drehlagerung zwischen Klemmhülse und Klemmring reibungsarm gestaltet sein sollte, so daß beim Anziehen des Klemmrings die Klemmhülse infolge ihres reibungsschlüssigen Kontaktes mit der
- 10 Lagerkugel bezüglich letzterer drehfest gehalten ist und die demgegenüber drehbare Klemmhülse im wesentlichen nur in bezug auf die in der Lagerkugel aufgenommene Stange axial gerichtete Spannkkräfte auf die Lagerkugel aufbringt.
- 15 Diese Ausbildung der Klemmvorrichtung gewährleistet eine äußerst einfache Einstell- und Feststellbarkeit der Schwenklagerung. Analog dazu sieht eine andere Ausgestaltung der Erfindung vor, daß die sich durch die Lagerkugel hindurcherstreckende Stange
- 20 als Gewindestange ausgebildet und in einer in der Lagerkugel drehbar, aber axialfest gelagerten Gewindehülse aufgenommen ist, so daß eine translatorische Stangeneinstellung in einfacher Weise durch Drehung der Gewindehülse gegenüber der Lagerkugel unabhängig
- 25 von der jeweils eingestellten Schwenklage gelingt. Zweckmäßigerweise kann dabei die in der Lagerkugel drehbar, aber axialfest aufgenommene Gewindehülse im Bereich eines sich in Axialrichtung über die Klemmeinrichtung hinauserstreckenden Teils mit einem Rändelring bzw. einer Schlüsselansatzfläche zum Aufbringen
- 30 einer Drehbewegung um die Gewindehülsenlängsachse

versehen sein. In entsprechender Weise können die sich zwischen benachbarten Stellringen erstreckenden Gewindestangen mit Ansatzflächen zur Aufbringung von Drehmomenten bzw. zum Festhalten gegen Drehung
05 versehen sein, so daß in einfacher Weise ein Mitdrehen der Gewindestangen bei deren Längeneinstellung infolge Drehung der in der Lagerkugel aufgenommenen Gewindehülse unterbunden werden kann.

Die zweite Teilaufgabe der Erfindung ist, ausgehend
10 vom Oberbegriff des Patentanspruchs 16, dadurch gelöst, daß jeweils wenigstens eine der Halterungen zum Verbinden der Enden eines Spanndrahtes mit einem Stellring als in Drahtlängsrichtung nachstellbares Spannelement ausgebildet ist. Durch diese Ausbildung wenigstens
15 einer die Enden eines Spanndrahtes an einem Stellring festlegenden Halterungen als nachstellbares Spannelement gelingt es, eine dem jeweiligen Anwendungsfall entsprechende Drahtspannung und demgemäß eine dieser Drahtspannung entsprechende Stabilität in
20 jeder Ring- oder Ringteilebene zu erzeugen sowie ggf. im Verlaufe einer Behandlung notwendig werdende Korrekturen der Drahtspannung durchzuführen.

Eine zweckmäßige Weiterbildung des Spannelements sieht vor, daß dieses in einer sich radial erstreckenden
25 Führung des Stellrings bewegbar aufgenommen und mittels eines Einstellgewinde längs der Führung nachstellbar ist, womit in Abhängigkeit von der Steigung des Einstellgewindes eine äußerst präzise Feineinstellung der jeweils auf einen in einer Ring- oder Ringteil-
30 ebene gespannten Draht aufbringbaren Drahtspannung und damit auch eine Feindosierung etwaig notwendiger

Korrekturen einer anfänglich erzielten Einstellung von Knochenteilen, beispielsweise im Bereich einer Fraktur, ermöglicht ist.

- 05 Obgleich eine gewisse Verdrillung der Drähte sich
05 durchaus stabilitätsfördernd auswirken kann, ist
es im Interesse einer definierten Drahtspannung von
Vorteil, wenn nach einem anderen Ausgestaltungsmerkmal
der Erfindung das Spannelement verdrehfest in der
Führung des Stellrings aufgenommen ist, so daß Spann-
10 kräfte ausschließlich über das Einstellgewinde der
Spannvorrichtung auf einen in einer Ring- oder Ring-
teilebene gespannten Draht aufbringbar sind.

- Eine besonders einfache Ausbildung des Spannelementes
ergibt sich, wenn dieses mit einer Gewindespindel
15 versehen und auf letzterer eine sich an einem Widerlager
des Stellrings abstützende Spannmutter aufgenommen
ist, so daß durch Drehung der Spannmutter nach der
einen oder anderen Richtung eine Erhöhung oder Reduzierung
der Drahtspannung gelingt.

- 20 Wenn nach einem anderen Ausgestaltungsmerkmal der
Erfindung die Spannelemente als Hülsen mit einer
- sich radial zum Stellring erstreckenden Mittelbohrung
zum Aufnehmen eines Drahtendes ausgebildet und mit
Mitteln zum Festlegen der Drahtenden versehen sind,
25 gelingt eine besonders einfache und patientenfreundliche
Montage der Vorrichtung, indem bereits lagerichtig
für eine Ring- oder Ringteilebene, etwa beidseitig
einer Bruchstelle, gesetzte Drähte mit ihren Enden
in einander gegenüberliegend an einem Stellring auf-
30 genommene Spannelementhülsen eingeführt und an diesen
so festgelegt werden, daß die Spannelementhülsen

in densie aufnehmenden Führungen des Stellrings zwecks Aufbringung der Drahtspannung radial nach außen bewegbar geführt sind. Ein Vorteil dieser Ausbildung besteht darin, daß die Länge der sich in einer Ring- oder Ringteilebene erstreckenden Drähte kleiner als der Ringdurchmesser sein kann, so daß keine Drahtenden radial über die Stellringe hinausragen.

Als Mittel zum Festlegen der Drahtenden hat es sich bei der Ausbildung der Spannelemente als Hülsen mit sich radial erstreckenden Mittelbohrungen als zweckmäßig erwiesen, wenigstens eine in einer rechtwinklig zur Mittelbohrung der Spannelementhülse verlaufenden Gewindebohrung aufgenommene Klemmschraube vorzusehen, mittels der nach dem Einführen eines Drahtendes in die genannte Mittelbohrung der Spannelementhülse ein Abschnitt des Drahtendes innerhalb der Mittelbohrung durch Klemmung gehalten wird. Anstelle einer Klemmschraube können selbstverständlich auch mehrere in Richtung der Längsbohrung in der Spannelementhülse im Abstand voneinander angeordnete Klemmschrauben vorgesehen sein, so daß auch bei hoher Längsspannung der Drähte deren zuverlässige Verbindung mit dem Stellring gewährleistet ist.

Bei paariger und gekreuzter Anordnung der für eine Ring- oder Ringteilebene vorgesehenen Drähte durchdringen diese die einzurichtenden Knochenabschnitte in aller Regel im Abstand voneinander. Angesichts dieser Anordnung der Drähte hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Stellring in zwei beabstandeten Parallelebenen mit in Umfangsrichtung in Abständen voneinander angeordneten Aufnahmen für die Spann-

- elemente zum Verbinden der Drahtenden mit dem Stellring
versehen ist. Bei den Aufnahmen für die Spannelemente
kann es sich um den Stellring radial durchbrechende
Bohrungen handeln oder auch um jeweils zu einer Stell-
05 ringseite offene Ausnehmungen, so daß nach der Be-
festigung der Drahtenden an den Spannelementen diese
von den Stirnseiten des Stellringes aus in die Aus-
nehmungen des Stellringes einhängbar sind, was eine
besonders einfache Montage ermöglicht.
- 10 Eine weitere wichtige Ausgestaltung sieht vor, daß der
Stellring als, im Querschnitt gesehen, T-Profil ausge-
bildet ist, dessen Mittelsteg sich in einer Ebene
radial nach außen erstreckt und bei dem die in beabstande-
ten Parallelebenen angeordneten Aufnahmen für die
15 Halterungen sich in den Flanschteilen beidseitig
des Mittelstegs erstrecken, was einerseits dem Stellring
außerordentlich große Steifigkeit verleiht und anderer-
seits ermöglicht, daß die Spannelemente auch bei
maximaler Drahtspannung nicht außenseitig über den
20 Mittelsteg des Spannrings hinausragen. Eine weitere
Verbesserung der Stabilität kann dadurch erreicht
werden, daß der Stellring neben dem sich radial nach
außen forterstreckenden Mittelsteg einen radial innen-
seitig in der vom Mittelsteg aufgespannten Ebene
25 verlaufenden Ringflansch aufweist.

Bei der zuletzt genannten Ausgestaltung kann eine
besonders einfache Verdrehsicherung der Spannelemente
dadurch erreicht werden, daß diese auf der zum Zentrum
des Stellrings hinweisenden Seite einen hammerkopf-
30 artigen Ansatz besitzen, der mit wenigstens einer

- 14 -

an dem innenseitigen Ringflansch des Stellrings anliegenden Flachseite versehen ist, die beim Spannen des Spannelementes mittels des Einstellgewindes ein Mitdrehen des Spannelementes und damit eine Verdrillung des mit dem Spannelement verbundenen Drahtes wirksam verhindert.

Eine andere wichtige Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Spannelemente zum Verbinden der Enden der Spanndrähte mit einem Stellring als auf letzteren aufschiebbar und mittels Klemmung festlegbare Halterungen mit U-förmigen Teilen ausgebildet sind sowie sich an Widerlagern dieser Halterungen abstützende und nachspannbare Spannhülsen aufweisen, in denen die Spanndrahtenden mittels Klemmung fest, jedoch lösbar verankert sind. Bei dieser Ausgestaltung können insbesondere planparallel ausgebildete Stellringe verwendet werden und die Halterungen der Spannelemente in Umfangsrichtung der Stellringe auf diesen stufenlos verschiebbar sowie infolge Klemmung mit dem jeweiligen Stellring in jeder Einstelllage arretierbar sein, was sich im Interesse von Korrekturmanövern als nützlich und vorteilhaft erwiesen hat.

Eine Weiterbildung dieser Ausgestaltung sieht vor, daß die Spannelemente radial geführte und mittels sich an Widerlagern abstützender Spannmutter in Spannlagelage bringbare Spannhülsen aufweisen, in denen infolge Klemmung die Enden von Spanndrähten festlegbar sind. Die Spannhülsen sind dabei zweckmäßigerweise so ausgebildet, daß sich von einem Stirnende aus jeweils eine Gewindespindel mit einer auf dieser aufgeschraubten Spannmutter fort- und durch eine Ausnehmung in dem Widerlager der die Spannhülse auf-

- 15 -

nehmenden Halterung längsbeweglich hindurcherstreckt,
wobei der mit seinem Ende in der Spannhülse festgelegte
Spanndraht in einer Mittelbohrung der Gewindespindel
aufgenommen sowie in der Spannhülse festgelegt ist
05 und sich die auf die Gewindespindel aufgeschraubte
Spannmutter radial außenseitig an dem Widerlager
abstützt, so daß durch Drehung der Spannmutter die
bei bestimmungsgemäßer Verwendung erforderliche Längs-
spannung auf einen mit seinem Ende an der Spannhülse
10 festgelegten Spanndraht aufgebracht werden kann und
in einfacher Weise auch eine Nachkorrektur der Draht-
spannung gelingt. Dabei kann sich von der die Gewinde-
spindel aufnehmenden Ausnehmung ein das Widerlager
seitlich durchbrechender Schlitz forterstrecken,
15 dessen Breite größer als der Spanndrahtdurchmesser,
aber kleiner als der Durchmesser der Gewindespindel
bemessen ist.

Eine ebenfalls vorteilhafte Weiterbildung dieser Ausge-
staltung sieht vor, daß innerhalb einer sich von der
20 von der Gewindespindel entfernten Stirnseite aus in
ein Mittelteil der Spannhülse hineinerstreckenden
Bohrung, die in einer kegeligen Spannfläche endet, eine
spannfutterartige Klemmhülse mit durch längsschlitz
voneinander getrennten Klemmfingern aufgenommen ist, die
25 eine ein eingeführtes Spanndrahtende aufnehmende Längsaus-
nehmung aufweist und mittels einer in ein Innengewinde
der Bohrung eingeschraubten Spannschraube mit ihren
Spannfingern infolge deren Zusammenwirkens mit der
kegeligen Spannfläche das Spanndrahtende durch Klemmung
30 festlegt.

- 16 -

Gemäß einer wichtigen Weiterbildung dieser Ausgestaltung kann auch beidseitig des radial von innen auf einen Stellring aufschiebbaren und an diesem befestigbaren U-förmigen Teils eines Spannelements
05 eine Radialführung mit einer in dieser aufgenommenen und jeweils an einem Widerlager abgestützten Spannhülse angeordnet sein, so daß es mittels eines derartigen Spannelementes gelingt, zwei Spanndrähte zu verankern, die sich auf gegenüberliegenden Seiten eines Stellringes
10 im wesentlichen in einer senkrecht zur Stellringebene verlaufenden Ebene erstrecken. Die Anordnung kann auch so getroffen sein, daß die auf gegenüberliegenden Seiten eines Stellringes angeordneten Führungen für je eine Spannhülse divergierend oder konvergierend
15 zueinander verlaufen.

Durch die paarige Anordnung jeweils sich in einer im wesentlichen senkrecht zur Stellringebene verlaufenden Ebene erstreckende Spanndrähte kann eine außerordentliche Stabilität der Fixation eines mittels
20 derartiger Spanndrähte festgelegten Knochenabschnittes erreicht werden, und zwar insbesondere dann, wenn die mittels einer Spannvorrichtung festgelegten Spanndrähte zwischen der Spannvorrichtung und dem Knochenabschnitt
25 divergierend oder konvergierend verlaufen.

Anhand der beigefügten Zeichnung sollen nachstehend einige Ausführungsformen der Erfindung erläutert werden. In schematischen Ansichten zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Stellring mit einander
30 kreuzenden Spanndrähten, die sich im Abstand voneinander in der Stellringebene erstrecken und einen nur angedeuteten Röhrenknochen durchdringen,

- Fig. 2 einen Schnitt gemäß der Schnittlinie II-II in Fig. 1 durch den Stellring mit einer mittels eines Verbindungselements angeschlossenen Stange zum Verbinden des Stellrings mit einem anderen, jenseits einer Bruchstelle des angedeuteten Röhrenknochens zu platzierenden Stellring,
- Fig. 3 in einer vergrößerten Ausschnittansicht gemäß III aus Fig. 2 die Ausbildung eines Spannelementes in Form einer Spannhülse, die in einer einen Flanschteil des Stellrings durchbrechenden Radialbohrung längsbeweglich aufgenommen und an der ein Ende eines Spanndrahtes festgelegt ist,
- Fig. 4 eine stark vergrößerte Ansicht eines Stellringausschnittes mit Spannhülse gemäß Pfeil IV in Fig. 3,
- Fig. 5 eine Spannhülse ohne Spannmutter für sich allein in einer stark vergrößerten perspektivischen Ansicht,
- Fig. 6 in einer Schnittansicht ähnlich Fig. 2 eine andere Ausführungsform eines Stellrings mit auf diesem angeordneten, zu dem Spannelement nach Fig. 3 alternativ ausgebildeten Spannelementen für die Spanndrähte,
- Fig. 7 in einer vergrößerten Ausschnittansicht gemäß VII aus Fig. 6 ein Spannelement für sich allein mit einer nur strichpunktiert angedeuteten Abdeckung,
- Fig. 8 eine stirnseitige Ansicht des Spannelementes mit Blick gemäß Pfeil VIII in Fig. 7, jedoch mit aufgesetzter Abdeckung,

Fig.9 ebenfalls eine stirnseitige Ansicht des Spannelementes mit Blick gemäß Pfeil IX in Fig.7, ebenfalls mit aufgesetzter Abdeckung,

05 Fig.10 in einer nochmals gegenüber den Fig. 7 bis 9 vergrößerten Darstellung in einer teilweisen Längsschnittansicht eine Spannhülse eines Spannelements mit einer in dieser Spannhülse aufgenommenen Klemmhülse,

10 Fig.11 in einer Ansicht wie in Fig. 7 die Ausbildung eines Spannelementes zur Aufnahme und Halterung je eines Spanndrahtes, die sich in einer Ebene im wesentlichen senkrecht zur Stellringebene und jeweils auf einer Stellringseite erstrecken,

15 Fig.12 das in Fig. 2 veranschaulichte Befestigungselement in einer vergrößerten Ausschnittansicht gemäß XII aus Fig. 2,

Fig. 13 in einer Ansicht wie in Fig. 12 eine alternative Ausbildung eines Befestigungselements,

20 Fig. 14 eine zu den Befestigungselementen nach den Fig. 12 und 13 alternative Ausbildung eines Befestigungselements und

Fig. 15 ein Montagebeispiel eines erfindungsgemäßen Fixateurs bei einem Knochenbruchstück.

25 Der in seiner Gesamtheit mit 10 bezeichnete Stellring nach den Fig. 1 und 2 hat einen T-förmigen Querschnitt

mit einem sich radial nach außen forterstreckenden Mittelsteg 11, je einem sich auf jeweils einer Seite des Mittelstegs senkrecht zur Ringebene erstreckenden Flanschteil 12, 12' und mit einem inneren Ringflansch 13, der auf der zum Ringzentrum hinweisenden Seite der Flanschteile in der vom Mittelsteg aufgespannten Ebene umläuft. Der Mittelsteg 11 ist von axial gerichteten und in Umfangsrichtung in untereinander gleichen Abständen angeordneten Ausnehmungen 14 durchbrochen, während sich durch die Flanschteile 12, 12' jeweils in axialen Abständen von dem Mittelsteg 11 bzw. dem inneren Ringflansch 13 unter ebenfalls in Umfangsrichtung gleichen Abständen voneinander angeordnete Radialbohrungen 15, 15' hindurcherstrecken, die in Fig. 1 nur durch Mittellinien angedeutet, in den Ansichten der Flanschteile in Fig. 2 aber nicht dargestellt sind.

Die Ausnehmungen 14 im Mittelsteg 11 des Stellringes sind mit Innengewinde versehen und dienen der Aufnahme von Befestigungselementen 16, durch die sich Stangen 17 hindurcherstrecken. Diese Stangen 17 dienen zum Verbinden zweier Stellringe, die sich in voneinander entfernten, nicht notwendig parallel zueinander verlaufenden Ebenen erstrecken. Die Radialbohrungen 15, 15' in den Flanschteilen 12, 12' hingegen dienen der radial bewegbaren Aufnahme von Spannelementen 18, 18' zum Festlegen der Enden von Spanndrähten 20, 20' am Stellring.

Jedes der Spannelemente besteht aus einer Spannhülse 22 mit einer Gewindespindel 23 und einem hammerkopffartigen

- Ansatz 24 an einem Spindelende sowie einer auf der Gewindespindel aufgenommenen Spannmutter 25. Durch die Spannhülse erstreckt sich eine zentrale Mittelbohrung 26 hindurch und in dieser Mittelbohrung münden
- 05 zwei rechtwinklig zu letzterer verlaufende Gewindebohrungen 27, 27' mit Klemmschrauben 28, 28' aus, die in dem hammerkopffartigen Ansatz 24 etwa rechtwinklig zueinander und in Axialrichtung der Mittelbohrung 26 im Abstand voneinander angeordnet sind.
- 10 Bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Vorrichtung werden beidseitig im Abstand von einer Bruchstelle die einzurichtenden Knochenabschnitte von in der Regel kreuzweise zueinander verlaufenden Spanndrähten
- 15 20, 20' durchdrungen, die mit ihren Enden an ihrerseits mittels der Stangen 17 miteinander verbundenen Stellringen 10 befestigt sind. Die an einem Stellring befestigten Spanndrähte 20, 20' erstrecken sich in Parallelebenen des Stellrings im Abstand der in den Flanschteilen 12, 12' angeordneten Radialbohrungen
- 20 15, 15' voneinander. In den Fig. 1 und 2 ist ein von den Spanndrähten durchdrungener Knochenabschnitt 30 angedeutet.
- Nachdem die Spanndrähte 20, 20' im Abstand von einer Bruchstelle im Knochenabschnitt 30 plaziert sind,
- 25 wird jedes Ende eines Spanndrahtes von dem hammerkopffartigen Ansatz 24 aus in die Mittelbohrung 26 einer Spannhülse 22 eingeführt und durch Festziehen der Klemmschrauben 28, 28' mit der Spannhülse fest verbunden, und zwar in der Weise, daß die Mittelteile der dann

jeweils nach außen weisenden Gewindespindeln 23 der Spannhülsen eines Spanndrahtes 20, 20' sich etwa in einem dem Durchmesser der die Radialbohrungen 15, 15' aufweisenden Flanschteile 12, 12' des Stellrings 10 entsprechenden Abstand voneinander erstrecken und die hammerkopffartigen Abschnitte 24 einen Abstand voneinander haben, der kleiner ist als die lichte Weite des Ringflansch 13, jedoch größer als der Innendurchmesser der Flanschteile 12, 12'. Danach wird der Stellring montiert, indem die Gewindespindeln beispielsweise der mit dem Spanndraht 20 verbundenen Spannhülsen in einander gegenüberliegende Radialbohrungen 15 im Flanschteil 12, hingegen die Gewindespindeln der mit dem Spanndraht 20' in entsprechender Weise verbundenen Spannhülsen in Radialbohrungen 15' des Flanschteils 12' eingeführt und anschließend auf die sich radial außenseitig von den Flanschteilen forterstreckenden Abschnitte der Gewindespindeln 23 Spannmuttern 25 aufgeschraubt werden. Die hammerkopffartigen Ansätze 24 der Spannhülsen 22 haben eine dann an der jeweils benachbarten Ober- oder Unterseite 31, 31' des Ringflanschs 13 anliegende und dadurch die Spannhülsen gegen Verdrehung sichernde Flachseite 32. Durch Anziehen der Spannmuttern 25 werden dann die Spanndrähte 20, 20' im Rahmen des Spiels 33 zwischen den hammerkopffartigen Ansätzen 24 und den Flanschteilen 12, 12' des Stellrings 10 gespannt und, sofern dies nicht bereits geschehen ist, anschließend die beidseitig einer Bruchstelle angeordneten Stellringe mittels der Stangen 17 miteinander verbunden.

- 22.

- 05 Anstelle eines im Querschnitt T-förmigen Stellringes kommt in Verbindung mit den in den Fig. 6 bis 11 veranschaulichten Spannelementen 38 ein Stellring 40 ohne sich rechtwinklig zur Ringebene erstreckenden Flanschteilen zum Einsatz, der ebenso wie der Stellring 10 nach Fig. 2 mit in Umfangsrichtung in untereinander gleichen Abständen voneinander angeordneten Ausnehmungen 44 versehen ist, bei denen es sich um mit Innengewinde 42 versehene Lochungen handelt.
- 10 Die Spannelemente 38 nach den Fig. 6 bis 10 bestehen aus einer auf dem Stellring 40 festlegbaren Halterung 43, einer Spannhülse 44 und einer Abdeckung 45. Die Halterung besitzt einen U-förmigen Klemmabschnitt
- 15 zum Aufschieben auf den Stellring radial von innen, der in der aus Fig. 6 ersichtlichen Montagelage aus zwei radial außenseitig über den Stellring hinausragenden, den Flanschen 46, 47 und einem letztere verbindenden Steg 48 besteht. Gesichert ist die Halterung 43 auf dem Stellring 40 mittels Klemmschrauben 49, die sich radial außenseitig vom Stellring
- 20 durch den einen Flansch 46 des U-förmigen Teils hindurcherstrecken und in Gewindelöcher des anderen Flanschs 47 eingeschraubt sind. Angesichts dieser Aufnahme der Halterungen auf dem Stellring gelingt es in einfacher Weise, die Spannelemente 38 nach dem Lösen der Klemmschrauben 49 in Umfangsrichtung des Stellringes stufenlos zu verschieben und infolge Klemmung des U-förmigen Teils mit dem Stellring in jeder Position wieder zu arretieren.
- 25

- 23 -

-23-

Auf der von dem U-förmigen Teil entfernten Seite des Flanschs 47 erstreckt sich in der Halterung eine -in der Montagelage- radial verlaufende Trapezführung 50, in der die in Fig. 10 für sich allein veranschaulichte Spannhülse 44 aufgenommen ist. Ein Mittelteil 52 der Spannhülse 44 besitzt Sechskantquerschnitt und von einem Stirnende dieses Mittelteils erstreckt sich eine Gewindespindel 53 fort und durch eine mit der Trapezführung 50 fluchtende Ausnehmung 54 in einem Widerlager 55 der Halterung 43 hindurch, das sich rechtwinklig zu der Trapezführung und im Abstand von dieser etwa im Bereich des die beiden Flanschen 46, 47 der Halterung miteinander verbindenden Stegs 48 aus der Führungsebene erhebt. An die sich durch das Widerlager 55 hindurcherstreckende und die Gewindespindel 53 aufnehmende Ausnehmung 54 im Widerlager 55 schließt sich ein das Widerlager seitlich durchbrechender Schlitz 56 von einer solchen Breitenerstreckung an, daß durch diesen Schlitz ein Spanndraht 58, 58' von der Seite aus in den Bereich der genannten Ausnehmung eingeführt werden kann. Mittels einer auf die Gewindespindel 53 aufgeschraubten Spannmutter 60 stützt sich die Spannhülse 44 am Widerlager 55 ab und ist relativ zu diesem einstellbar. Auf der von den Flanschen 46, 47 der Halterung entfernten Seite ist die Spannhülse 44 von einer ihrerseits in Parallellage zur Trapezführung verlaufenden Nutführungen 62 aufgenommenen und somit von der radial von außen zum Stellring aufschiebbaren Abdeckung 45 übergriffen.

-24-

-24-

Von der von der Gewindespindel 53 entfernten Stirnseite aus erstreckt sich in das Mittelteil 52 der Spannhülse 44 eine Bohrung 64 hinein, die in der Nähe der anderen Stirnseite in einer kegeligen Spannfläche 65 endet, von der sich eine mit der genannten Bohrung fluchtende Längsbohrung 66 durch die Gewindespindel hindurch, deren Querschnitt etwas größer als der Querschnitt der einzusetzenden Spanndrähte 58, aber sehr viel kleiner als die Bohrung 64 im Mittelteil 52 bemessen ist. In der Bohrung im Mittelteil ist eine spannfutterartige Klemmhülse 68 aufgenommen, die auf der an der kegeligen Spannfläche 65 des Mittelteils anliegenden Seite mit durch Längsschlitz 69 voneinander getrennten Klemmfinger versehen ist, deren Enden mit der kegeligen Spannfläche zusammenwirken. In ein Innengewinde 70 der sich im Mittelteil erstreckenden Bohrung 64 ist eine Spannschraube 72 eingeschraubt, die stirn-seitig an der Klemmhülse 68 angreift. Schließlich ist von der vom Mittelteil 52 entfernten Seite auf die Spannschraube 72, durch die sich eine mit der Längsbohrung 66 fluchtende Längsbohrung 73 hindurcherstreckt, eine mit einer Ränderlung versehene Schutzkappe 74 aufgeschraubt.

Auch bei dieser Ausführungsform werden die Enden der Spanndrähte, nachdem diese lagerichtig in einem Knochen plaziert sind, in die Längsbohrungen 66 der Gewindespindeln 53 der Spannhülsen 44 eingeführt, und zwar in der Weise, daß die Spanndrahtenden sich durch die Klemmhülse 68 hindurch und ggf. auch in die Längsbohrungen 73 in den Spannschrauben 72 hinein erstrecken. Durch Anziehen der Spannschrauben

-25-

842312

-25-

- werden dann die Klemmfinger der Klemmhülsen 68 infolge ihres Zusammenwirkens mit den die Bohrungen 64 in den Mittelteilen 52 der Spannhülsen axial begrenzenden Spannflächen 65 radial verformt und dadurch die Spanndrahtenden in der bei Spannfuttern bekannten Weise infolge Klemmung axial festgelegt. Die erforderliche Drahtspannung wird dann durch Drehen der an dem Widerlager 55 der Halterung anliegenden und auf der Gewinde-
spindel 53 aufgenommenen Spannmutter 60 aufgebracht. Beim Festlegen der Spanndrahtenden mittels radialer Klemmung durch die Klemmfinger der Klemmhülse 68 ist darauf zu achten, daß die Spannhülse 44 sich in bezug auf die auf dem Stellring 40 aufgenommene Halterung etwa in einer Fig. 7 entsprechenden Lage befindet, so daß im Rahmen des sich durch die Aus-
nehmung 54 im Widerlager 55 der Halterung hindurcherstreckenden Abschnittes der Gewindehülse 44 eine axiale Drahtspannung bewerkstelligt werden kann.
- Bei der Festlegung der Spanndrahtenden kann auch in der Weise vorgegangen werden, daß zumindest ein Ende eines Spanndrahtes 58 unabhängig von der Aufnahme einer Spannhülse 44 in der zugeordneten Halterung 43 an der Spannhülse befestigt wird, und zwar in einem dem Abstände der radial nach außen weisenden Spannfläche des Widerlagers 55 der zugeordneten Halterung entsprechenden Abstände vom Zentrum eines von Spanndrähten durchdrungenen Knochens, worauf der entsprechende Stellring 40 mit der darauf montierten Halterung außermittig an den aus der Gewindehülse 53 austretenden Abschnitt des Spanndrahtes herangeführt und letzterer durch den sich seitwärts von der das Widerlager 55

842312

-26-

durchdringenden Ausnehmung 54 erstreckenden Querschlitze 56 hindurch in die Ausnehmung im Widerlager eingeführt wird, worauf eine im wesentlichen zentrische Positionierung des Stellringes 40 und dabei ein Einschieben der Gewindespindel 53 in die Ausnehmung im Widerlager gelingt, wie dies insbesondere Fig. 7 zeigt. Bei dieser Montage wird das Sechseckquerschnitt aufweisende Mittelteil 52 in der sich radial erstreckenden Trapezführung der Halterung aufgenommen und durch nachträgliches Aufschieben der Abdeckung 45 in die letztere aufnehmenden Nutführungen 62 in seiner Lage gesichert.

Es ist ersichtlich, daß Spannelemente der vorstehend in Verbindung mit den Fig. 1 bis 10 beschriebenen Art eine äußerst einfache und schnelle Montage ermöglichen.

Das in Fig. 11 veranschaulichte Spannelement 38' unterscheidet sich im wesentlichen nur dadurch von dem Spannelement nach den Fig. 6 bis 10, daß beidseitig der mit ihrem U-förmigen Teil radial von innen auf einen Spannring 40 aufschiebbarer Halterung 43' je eine mittels einer in Nutführungen aufgenommenen Abdeckung 45, 45' gesicherte Spannhülse angeordnet ist, deren Gewindespindeln 53, 53' sich durch Ausnehmungen in den symmetrisch zu der Stellringebene angeordneten Widerlagern 55, 55' hindurcherstrecken. Mithin ermöglicht dieses Spannelement die Anbringung je eines Spanndrahtes 58, 58' auf jeder Seite des Stellringes, wobei die einander zugeordneten Spanndrähte sich im wesentlichen in einer Ebene senkrecht zur Stellringebene erstrecken.

-27-

Der besondere Vorteil dieser Spannelementausbildung besteht darin, daß die beiden sich in einer Ebene im wesentlichen rechtwinklig zur Stellringebene erstreckenden Spanndrähte konvergierend oder auch divergierend zueinander verlaufen können, was bei Aufbringung einer entsprechenden Drahtspannung zu einer bei Einfachdrähten nicht möglichen Stabilisierung von Knochenabschnitten bzw. Knochenfragmenten führt. Insbesondere gilt dies, wenn zwei Drahtpaare rechtwinklig zueinander verlaufen, wie dies für Einfachdrähte oben in Verbindung mit Fig. 2 erläutert worden ist, wobei die Spanndrähte des einen Drahtpaares beispielsweise divergierend zueinander, die Spanndrähte des anderen Drahtpaares konvergierend zueinander verlaufen können.

Bei dem in Fig. 12 in gegenüber Fig. 2 vergrößerter Darstellung veranschaulichten Befestigungselement 16 handelt es sich um ein Kugelgelenk mit einer Lagerschale 80, die mittels eines Gewindeabschnittes 81 in ein Innengewinde in einer den Stellring durchdringenden Ausnehmung 14 eingeschraubt ist. Der Gewindeabschnitt 81 erstreckt sich in dieser Einschraublage auf der von der Lagerschale entfernten Seite über den Stellring 10 hinaus. Innerhalb der Lagerschale ist in einer sphärisch konfigurierten Lagerfläche 82 eine Lagerkugel 84 aufgenommen, von der sich ein Hülsenteil 85 forterstreckt, das mit der die Lagerkugel durchdringenden Längsbohrung fluchtet. In der sich durch die Lagerkugel und das Hülsenteil erstreckenden Längsbohrung ist eine Gewindehülse 86 drehbar, aber axialfest gelagert, die an dem von der Lagerkugel

-28-

- 28 -

entfernten Ende mit einer Schlüsselansatzfläche 87 zum Aufbringen von Drehmomenten versehen ist und in die eine Gewindestange 17 zum Verbinden des das Befestigungselement 16 aufnehmenden Stellringes mit einem anderen, mit einem gleichartigen Befestigungselement 05 ausgerüsteten Stellring eingeschraubt ist. Diese Gewindestange erstreckt sich beidseitig von der Gewindehülse 86 fort und durch eine sich in der Lagerschale 80 von der sphärisch konfigurierten Lagerfläche 82 aus konisch erweiternde Mittelausnehmung 10 hindurch. Auf den über den Stellring hinausragenden Teil des Gewindeabschnittes 81 ist ein in der Art einer Überwurfmutter ausgebildeter Klemmring 88 mit einer Klemmhülse 89 aufgeschraubt, wobei die Klemmhülse 15 einen sich zur Lagerkugel 84 hin verengenden Innenkonus 90 aufweist, der innerhalb eines vorbestimmten Winkelbereichs allseitige Schwenkbewegungen der Lagerkugel 84 gegenüber der Lagerschale 80 und damit der Gewindestange 17 gegenüber dem Stellring 10 ermöglicht, wie die mit 92 20 bezeichneten strichpunktierten Linien andeuten. Die Klemmhülse 89 greift mit ihrem vom Klemmring 88 entfernten Ende an der Lagerkugel 84 an und arretiert diese infolge Klemmung, wenn der Klemmring 88 angezogen ist. Bei gelöstem Klemmring 88 hingegen ist die Lagerkugel und damit die sich durch diese hindurcherstreckende 25 Gewindestange 17 innerhalb des durch die strichpunktierten Linien 92 angegebenen Bereichs beliebig verschwenkbar.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 13 sind für gleiche Teile wie in Fig. 12 die gleichen Bezugszeichen verwendet worden, zur Unterscheidung aber durch einen 30 Strich gekennzeichnet.

-29-

Das Befestigungselement 16' ist in einer mit einem Innengewinde 42 versehenen Ausnehmung 41 des in Fig. 6 angedeuteten Stellrings 40 aufgenommen, in dem ein Gewindeabschnitt 81' der sphärisch konfigurierte Lagerflächen 82' aufweisenden Lagerschale 80' in das Innengewinde der Ausnehmung eingeschraubt ist. Zur Sicherung der Lagerschale in dieser Montagelage ist auf den sich auf der von der Lagerschale entfernten Seite des Stellrings forterstreckenden Teil des Gewindeabschnittes 81' eine Kontermutter 94 aufgeschraubt, die ebenfalls einen sich auf der vom Stellring abgewandten Seite forterstreckenden Gewindeabschnitt 95 besitzt, auf den der Klemmring 88' aufgeschraubt ist. Der Klemmring ist wiederum mit einer Klemmhülse 89' ausgerüstet, die einen sich zur Lagerkugel 84' hin verengenden Innenkonus 90' aufweist und mit ihrem vom Klemmring entfernten Ende an der Lagerkugel 84' angreift. Wie bei der Ausführungsform nach Fig. 12 gelingt somit infolge Anziehens des auf dem Gewindeabschnitt 95 der Kontermutter 94 aufgenommenen Klemmrings eine Arretierung der Gewindestange 17 in der jeweiligen Einstelllage, hingegen bei gelöstem Klemmring 88' eine beliebige Verschwenkung der Lagerkugel mit der Gewindestange innerhalb des durch die strichpunktiierten Linien 92' angedeuteten Verschwenkbereichs.

Im Unterschied zu der Ausführungsform nach Fig. 12 ist jedoch bei dieser Ausführungsform des Befestigungselementes die Klemmhülse 89' nicht dreh- und axialfest mit dem Klemmring 88' verbunden, sondern axialfest,

- 30 -

-30-

05 aber drehbar am Klemmring gelagert. Dabei stützt
sich ein radial auskragender Ringbund der Klemmhülse
an einen inneren Ringflansch des über-wurfmutterartig
ausgebildeten Klemmringes 88' ab und innerhalb einer
zentralen Mittelausnehmung des Klemmringes erstreckt
sich durch diesen ein Abschnitt der Klemmhülse fort,
der auf der von der genannten Ringschulter entfernten
Seite des Klemmringes mittels eines nur angedeuteten
Sprenglings gesichert ist. Angesichts dieser Ausbildung
10 gelingt ein Arretieren der Lagerkugel in der jeweiligen
Einstellung bei nicht mitdrehender Klemmhülse, wobei
die zusammenwirkenden Kontaktflächen im Bereich des
Ringflanschs des Klemmringes 88' und der Schulter
der Klemmhülse 89' so ausgebildet sind, daß nur geringe
15 Lagerreibung auftritt.

Im Übrigen unterscheidet sich der Aufbau des Befestigungs-
elements 16' nicht von dem des Befestigungselements 16
nach Fig. 12.

20 Bei der Ausführungsform des Befestigungselementes 16"
nach Fig. 14 ist die Gewindestange 17" zum Verbinden
benachbarter Stellringe ebenfalls in einer Gewindehülse
86" aufgenommen, die sich durch eine Mittelausnehmung
in der Lagerkugel 84" hindurcherstreckt. Auf sich
beidseitig über die Lagerkugel hinauserstreckende
25 Abschnitte der Gewindehülse 86" sind mittels Maden-
schrauben 98 gesicherte Hülsenteile 99, 100 dreh-
und axialfest aufgesetzt, womit die Gewindehülse 86"
innerhalb der sich durch die Lagerkugel hindurcherstrecken
den Ausnehmung axialfest, jedoch drehbar aufgenommen

- 31 -

842312

-31-

ist. Das eine axial- und drehfest mit der Gewindehülse 85" verbundene Hülsenteil 100 ist mit einem Rändelrand 101 versehen, mittels dessen eine Drehung der Gewindehülse und damit eine Axialverschiebung der in letztere eingeschraubten Gewindestange 17" gegenüber der Gewindehülse 86" und damit gegenüber der Lagerkugel 84" gelingt. Die Lagerkugel ist zwischen einer mit sphärischen Lagerflächen versehenen Lagerschale 80" und einem ebenfalls eine sphärisch konfigurierte Kontaktfläche aufweisenden Klemmring 88" aufgenommen, die in ein Innengewinde einer den Stellring senkrecht zur Ringebene durchbrechenden Ausnehmung eingeschraubt sind.

Auch dieses Befestigungselement 16" ermöglicht, ebenso wie die Ausführungsformen nach den Fig. 12 und 13 eine stufenlose Winkелеinstellung der Gewindestange 17" gegenüber der Ebene des das Befestigungselement aufnehmenden Stellringes innerhalb der konstruktiv vorgegebenen Grenzen, desgleichen eine Arretierung in jeder einstellbaren Winkellage, indem der Klemmring 88" los- und festdrehbar ist, ferner aber auch unabhängig von der Winkелеinstellung eine Abstandseinstellung benachbarter Stellringe infolge Axialverschiebung der Gewindestange 17", was durch Drehung der Gewindehülse 86" mittels Betätigung des mit dem Rändelrand 101 versehenen Hülsenteils 100 gelingt.

Bei dem Montagebeispiel nach Fig. 15 handelt es sich um die Fixation zweier Knochenabschnitte 105, 106 und eines Knochenfragments 107 im Bereich einer Bruchstelle mittels eines erfindungsgemäßen Fixateurs 110. Der Fixateur umfaßt drei jeweils durch Gewindestangen 111 miteinander verbundene Stellringe 112, 113 und 114,

wobei die Stellringe 112, 113 der Fixation des einen Knochenabschnitts 105 und der dritte Stellring 114 der Fixation des anderen Knochenabschnittes 106 dienen. In den Kreuzungsstellen 115 zwischen den Stangen 111 und Stellringen 112, 113, 114 befinden sich Befestigungselemente der oben in Verbindung mit den Fig. 12 bis 14 beschriebenen Art, die sowohl ein Verschwenken der Stangen gegenüber der jeweiligen Stellringebene und eine Fixation in der jeweiligen Einstelllage als auch unabhängig von der Winklereinstellung der Stangen 111 gegenüber der jeweiligen Stellringebene eine Längenänderung der sich zwischen benachbarten Stellringen erstreckenden Abschnitte der Stangen und damit eine Einstellung der Stellringe in nicht parallelen Ebenen ermöglichen. Die Fixation der Knochenabschnitte 105, 106 ist mittels nicht weiter dargestellter Spanndrähte verwirklicht, die in den jeweiligen Stellringebenen kreuzweise zueinander verlaufen und deren Enden jeweils auf gegenüberliegenden Seiten an den Stellringen festgelegt sind. An dem mittleren Stellring 113 des Fixateurs ist eine weitere Funktionseinheit aus parallel zueinander verlaufenden und in Befestigungselementen an diesem Stellring gelagerten Stangen 111 angeordnet, deren Enden mit einer Bohrdrahtfixation 116 zur Erfassung und Positionierung des abseits liegenden kleineren Knochenfragmentes 106 versehen sind.

842312

Anmelder: Schewior, Thomas, Dr. med.
Lessingstraße 1

D-6903 Neckargemünd

Patentansprüche:

=====

1. Vorrichtung zum Einrichten von Knochenabschnitten und/oder Knochenfragmenten, bestehend aus durch Stangen und Befestigungselemente in ein- und verstellbaren Abständen miteinander verbindbaren Stellringen und
- 05 aus mit letzteren unter Längsspannung verbindbaren, sich in den von den Stellringen aufgespannten Ebenen erstreckenden und mit ihren Enden mittels Halterungen an voneinander entfernten Stellen jeweils eines Stellringes befestigbaren Spanndrähten zur Fixation der
- 10 Knochenabschnitte oder -fragmente, dadurch gekennzeichnet, daß die Stangen (17, 17', 17'') mittels der Befestigungselemente (16, 16', 16'') innerhalb vorbestimmter Grenzen allseitig schwenkbar an den Stellringen (10, 40)
- 15 gelagert und in jeder Schwenkstellung arretierbar sind, und daß die Abstände zwischen benachbarten Stellringen unabhängig von den eingestellten Schwenklagen der Stangen einstellbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellringe (10,40) mit sich senkrecht zu den von ihnen aufgespannten Ebenen erstreckenden und über den Umfang verteilt angeordneten Ausnehmungen (14, 41) für die austauschbare Aufnahme der Befestigungselemente (16, 16', 16'') versehen sind, und daß die in diesen Ausnehmungen fest, jedoch lösbar montierbaren Befestigungselemente sphärisch konfigurierte, in jeder Einstelllage stufenlos arretierbare Schwenklagerungen sowie stufenlos verstellbare Längslagerungen für die Stangen aufweisen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Schwenklagerung eine in einer sphärische Lagerflächen (82, 82', 82'') aufweisenden Lagerschale (80, 80', 80'') aufgenommene Lagerkugel (84, 84', 84''), durch die sich eine Stange (17, 17', 17'') hindurcherstreckt, sowie eine mittels Schraubgewinde mit der Lagerkugel verspannbare und letztere in der Spannlage arretierende Klemmeinrichtung besitzt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerschale (80, 80', 80'') mittels eines hülsenartigen Abschnittes (81, 81', 81''), der in eine das Befestigungselement aufnehmende Ausnehmung (14, 41) im Stellring hineinragt, in letzteren fest, jedoch lösbar verankert ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der hülsenartige Abschnitt der Lagerschale (80, 80', 80'') ein mit Außengewinde versehener Gewindeabschnitt (81, 81', 81'') ist.

05 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerschale (80, 80', 80") mittels des Gewindeabschnittes (81, 81', 81") in ein Innengewinde der das Befestigungselement aufnehmenden Ausnehmung (14, 41) im Stellring eingeschraubt ist.

10 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Klemmeinrichtung zum Arretieren der Lagerkugel (84, 84', 84") einen mittels eines Schraubgewindes relativ zu der die Lagerkugel aufnehmenden Lagerschale (80, 80', 80") einstellbaren und in Abhängigkeit von seiner Einstellung an der Lagerkugel angreifenden Klemmring (88, 88', 88") umfaßt.

15 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Klemmring (88, 88', 88") mit seinem Schraubgewinde in ein Innengewinde der die Lagerschale (80, 80', 80") aufnehmenden Ausnehmung im Stellring eingeschraubt ist.

20 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der in die Ausnehmung im Stellring hineinragende Abschnitt (81, 81') der Lagerschale (80, 80') eine Länge größer als die Dicke des Stellrings aufweist und daß wenigstens der sich auf der von der Lagerschale entfernten Seite erstreckende Teil dieses Abschnittes als Gewindeabschnitt ausgebildet ist.

25

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Klemmring (88) auf den sich durch

die Ausnehmung im Stellring hindurcherstreckenden Teil des Gewindeabschnittes (81) der Lagerschale (80) aufgeschraubt ist.

- 05 11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem sich durch die Ausnehmung im Stellring hindurcherstreckenden Teil des Gewindeabschnittes (81) der Lagerschale (80') eine letztere in der Einschraublage sichernde Kontermutter (94) aufgeschraubt ist.
- 10 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Gewindeabschnitt (81') der Lagerschale (80') in die Ausnehmung im Stellring einsteckbar und durch formschlüssig mit der Ausnehmung zusammenwirkende Mittel gegen Drehung gesichert ist.
- 15 13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontermutter (94) mit einem sich auf der von der Lagerschale (80') entfernten Seite forterstreckenden Gewindeabschnitt (95) versehen und auf letzteren der Klemmring (88') aufgeschraubt
- 20 ist.
- 25 14. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Klemmring (88,88') und der Lagerkugel (84,84') eine mittels des Klemmringes gegenüber der Lagerkugel verspannbare Klemmhülse (89, 89') mit einem sich von der Lagerkugel aus erweiternden und innerhalb eines vorbestimmten Winkelbereichs Schwenkbewegungen der Lagerkugel mit der sich durch diese hindurcherstreckenden Stange (17, 17') zulassenden Innenkonus (90,90') angeordnet ist.

- 05 15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Klemmhülse (89') mit dem sich von der Lagerkugel (84') aus öffnenden Innenkonus (90') mit dem Klemmring (88') drehbar, aber axialfest verbunden ist.
- 10 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die sich durch die Lagerkugel (84, 84', 84'') hindurcherstreckende Stange (17, 17', 17'') als Gewindestange ausgebildet und in einer in der Lagerkugel drehbar, aber axialfest gelagerten Gewindehülse (86, 86', 86'') aufgenommen ist.
- 15 17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Lagerkugel (84, 84', 84'') drehbar, aber axialfest aufgenommene Gewindehülse (86, 86', 86'') im Bereich eines sich in Axialrichtung über die Klemmeinrichtung hinauserstreckenden Teils mit einem Rändelring (101) bzw. einer Schlüsselansatzfläche (87, 87') zum Aufbringen einer Drehbewegung um ihre Längsachse versehen ist.
- 20 18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die sich zwischen benachbarten Stellringen erstreckenden Gewindestangen (17, 17', 17'') mit Ansatzflächen zur Aufbringung von Drehmomenten bzw. zum Festhalten gegen Drehung versehen sind.
- 25 19. Vorrichtung zum Einrichten von Knochenabschnitten und/oder Knochenfragmenten, bestehend aus durch Stangen und Befestigungsmittel in ein-und verstellbaren Ab-

- ständen miteinander verbindbaren Stellringen und aus mit letzteren unter Längsspannung verbindbaren, sich in den von den Stellringen aufgespannten Ebenen erstreckenden und mit ihren Enden mittels Halterungen an voneinander entfernten Teilen jeweils eines Stellrings befestigbaren Drähten zur Fixation der Knochenabschnitte oder -fragmente, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils wenigstens eine der Halterungen zum Verbinden der Enden eines Drahtes (20,20', 58, 58') mit einem Stellring (10,40) als in Drahtlängsrichtung nachstellbares Spannelement (18,18', 38,38') ausgebildet ist.
- 05
- 10
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Spannelement (18,18') in einer sich radial erstreckenden Führung (15,15') des Stellrings (10) bewegbar aufgenommen und mittels eines Einstellgewindes längs der Führung nachstellbar ist.
- 15
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Spannelement (18,18') verdrehfest in der Führung (15,15') des Stellrings (10) aufgenommen ist.
- 20
22. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Spannelement (18,18') mit einer Gewindespindel (23) versehen und auf letzterer eine sich an einem Widerlager des Stellrings (10) abstützende Spannmutter (25) aufgenommen ist.
- 25
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannelemente (18,18')

als Spannhülsen (22) mit einer sich radial zum Stellring erstreckenden Mittelbohrung (26) zum Aufnehmen eines Drahtendes ausgebildet und mit Mitteln (28,28') zum Festlegen der Drahtenden versehen sind.

- 05 24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel zum Festlegen der Drahtenden wenigstens eine in einer rechtwinklig zur Mittelbohrung (26) verlaufenden Gewindebohrung (27,27') aufgenommene Klemmschraube (28,28') dient.
- 10 25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß in der Mittelbohrung (26) zwei in Bohrlängsrichtung im Abstand voneinander angeordnete Gewindebohrungen (27,27') mit Klemmschrauben (28,28') zum Festlegen eines Drahtendes ausmünden.
- 15 26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellring (10) in zwei beabstandeten Parallelebenen mit in Umfangsrichtung in Abständen voneinander angeordneten Aufnahmen (15,15') für die Halterungen (18,18') zum Verbinden der Drahtenden mit dem Stellring versehen ist.
- 20 27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmen für die Halterungen (18,18') sich radial durch den Stellring (10) erstreckende Bohrungen (15,15') sind.
- 25 28. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmen für die Halterungen (18,18') den Stellring (10) radial durchdringende, jeweils

842312

zu einer Stellringstirnseite offene Ausnehmungen sind.

05 29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellring (10) als
10 im Querschnitt gesehen- T-Profil ausgebildet ist, dessen Mittelsteg (11) sich in einer Ebene radial nach außen erstreckt und bei dem die in beabstandeten Parallelebenen angeordneten Aufnahmen (15,15') für die Halterungen (18,18') sich in den Flanschteilen (12, 12') beidseitig des Mittelstegs erstrecken.

15 30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellring (10) einen sich in der Ebene seines radial nach außen forterstreckenden Mittelstegs (11) radial innenseitig erstreckenden Ringflansch (13) aufweist.

20 31. Vorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannelemente (18,18') auf der zum Zentrum des Stellrings (10) hinweisenden Seite einen hammerkopffartigen Ansatz (24) besitzen, der mit wenigstens einer an dem innenseitigen Ringflansch (13) des Stellrings anliegenden und eine Verdreh-
sicherung bewirkenden Flachseite (32) versehen ist.

25 32. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannelemente (38, 38') zum Verbinden der Enden der Spanndrähte (58, 58') mit einem Stellring als auf letzteren aufschiebbare und mittels Klemmung an diesem Stellring festlegbare Halterungen (43, 43') mit U-förmigen Teilen ausgebildet sind sowie sich

sowie sich an Widerlagern (55, 55') dieser Halterungen abstützende und nachspannbare Spannhülsen (44) aufweisen, in denen die Spanndrahtenden mittels Klemmung fest, jedoch lösbar verankert sind.

05 33. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Halterungen (43, 43') der Spannelemente (38, 38') in Umfangsrichtung der Stellringe auf diesen stufenlos verschiebbar und infolge Klemmung mit dem jeweiligen Stellring in jeder Einstelllage
10 arretierbar sind.

34. Vorrichtung nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannelemente (38, 38') radial geführte und mittels sich an den Widerlagern (55, 55') abstützender Spannmutter (60) in Spannlagel bringbare
15 Spannhülsen (44) aufweisen, in denen infolge Klemmung die Enden von Spanndrähten (58, 58') festlegbar sind.

35. Vorrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß sich von einem Stirnende der Spannhülsen (44) jeweils eine Gewindespindel (53) mit einer auf
20 dieser aufgeschraubten Spannmutter (60) fort- und durch eine Ausnehmung (54) in dem Widerlager der die Spannhülse aufnehmenden Halterung längsbeweglich hindurcherstreckt, wobei der mit seinem Ende in der Spannhülse festgelegte Spanndraht (58, 58') in einer
25 Mittelbohrung (66) der Gewindespindel (53) aufgenommen und in der Spannhülse festgelegt ist und sich auf die auf die Gewindespindel (53) aufgeschraubte Spannmutter (60) radial außenseitig an dem Widerlager (55) abstützt.

05 36. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß sich von der Ausnehmung (54) ein das Widerlager (55, 55') seitlich durchbrechender Schlitz (56) forterstreckt, dessen Breite größer als der Durchmesser eines Spanndrahtes (58) aber kleiner als der Durchmesser einer Gewindespindel (43) ist.

10 37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 34 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb einer sich von der von der Gewindespindel (53) entfernten Stirnseite aus in ein Mittelteil (52) der Spannhülse (44) hineinerstreckenden Bohrung (64), die in einer kegeligen Spannfläche (65) endet, eine spannfutterartige Klemmhülse (68) mit durch Längsschlitze (6) voneinander getrennten Klemmfingern aufgenommen ist, die eine
15 ein eingeführtes Spanndrahtende aufnehmende Längsausnehmung aufweist und mittels einer in ein Innengewinde (70) der Bohrung (64) eingeschraubten Spannschraube (72) mit ihren Spannfingern infolge deren Zusammenwirkens mit der kegeligen Spannfläche (65)
20 das Spanndrahtende durch Klemmung festlegt.

25 38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 32 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß beidseitig des radial auf einen Stellring (40) aufschiebbaren und an diesem befestigbaren U-förmigen Teils eines Spannelements (38') eine Radialführung mit einer in dieser aufgenommenen und jeweils an einem Widerlager abgestützten Spannhülse (44) angeordnet ist.

- 05 39. Vorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß die auf gegenüberliegenden Seiten eines Stellringes (40) angeordneten Führungen für je eine Spannhülse (44) parallel, divergierend oder konvergierend zueinander verlaufen.

Fig. 2

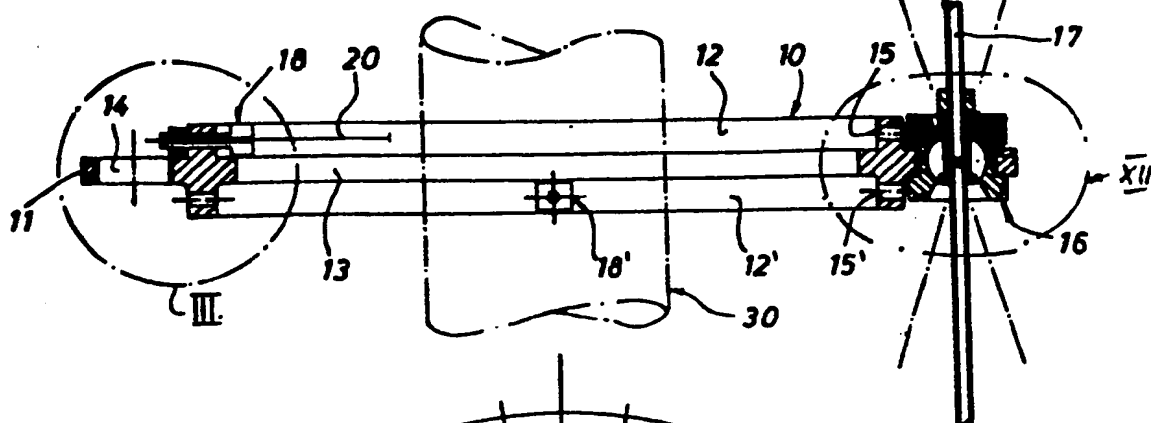


Fig. 1

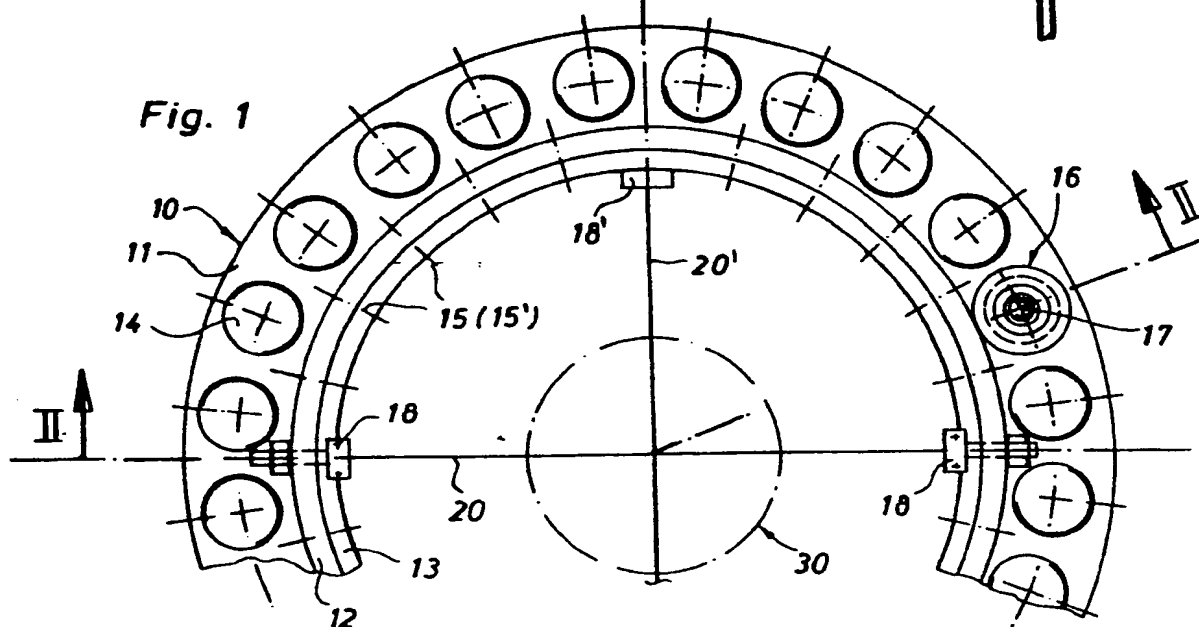


Fig. 3

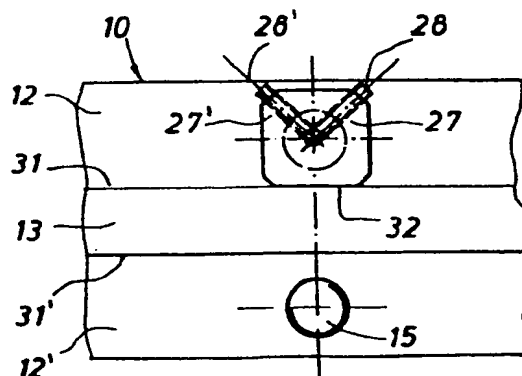
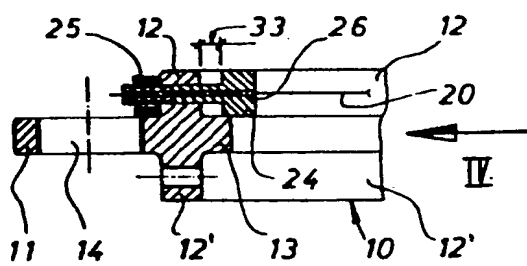


Fig. 4

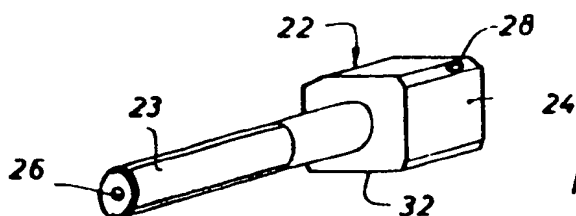
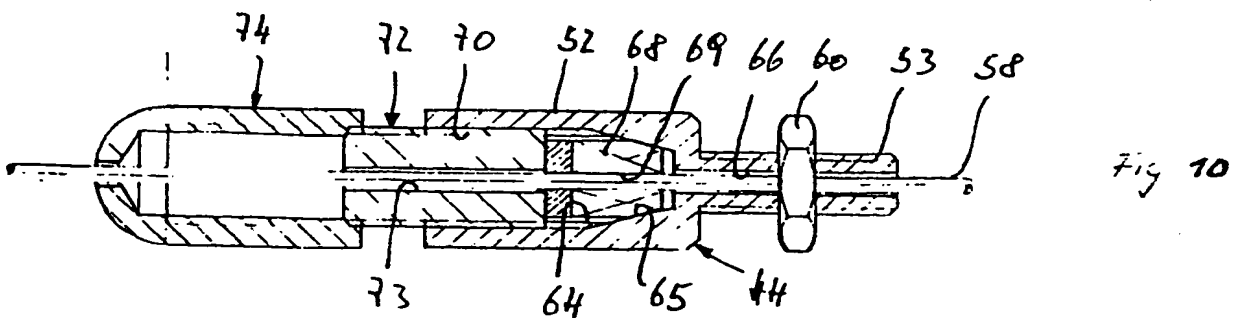
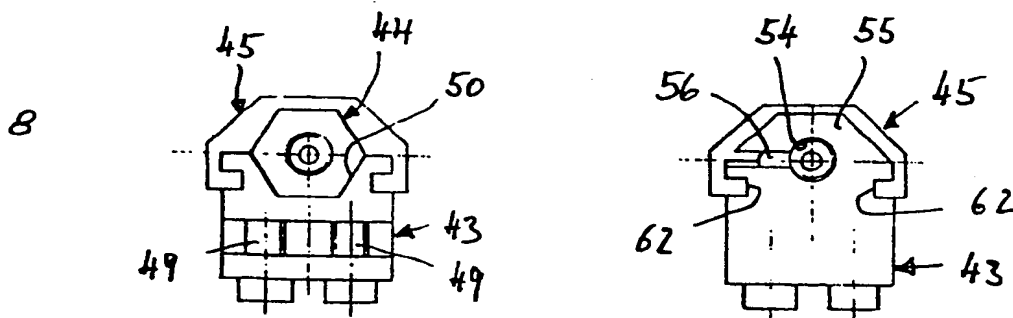
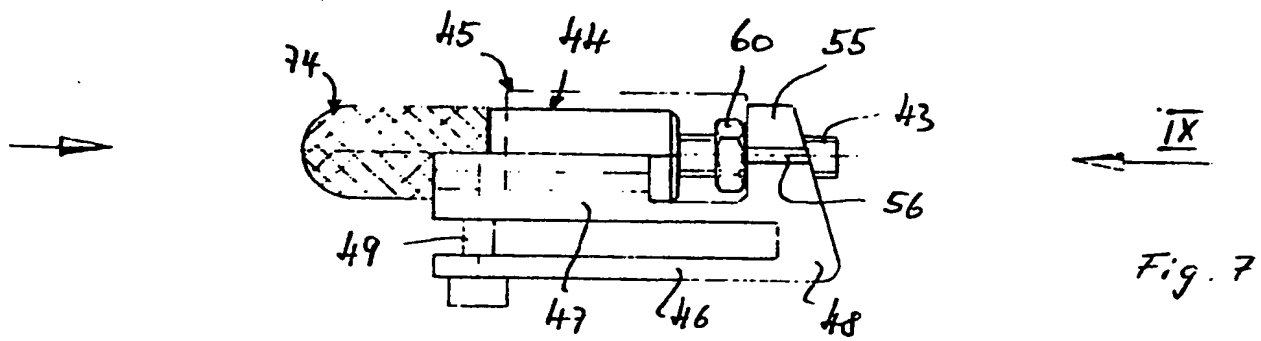
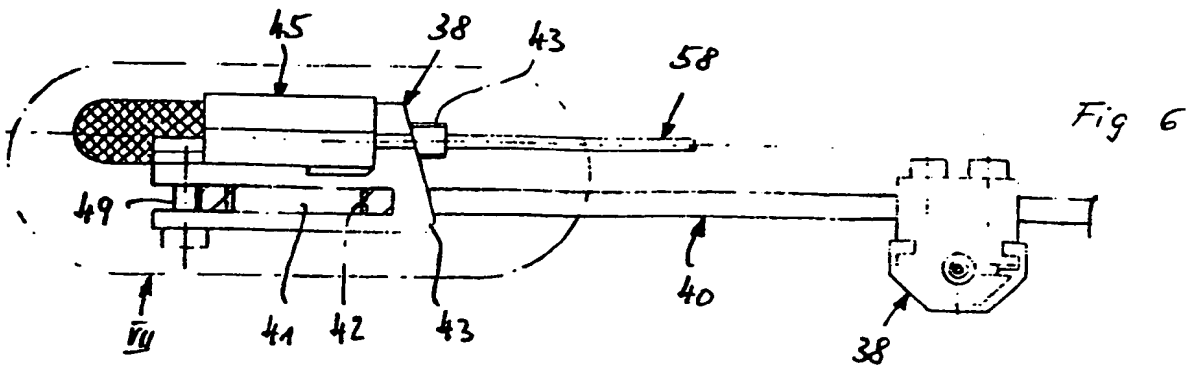
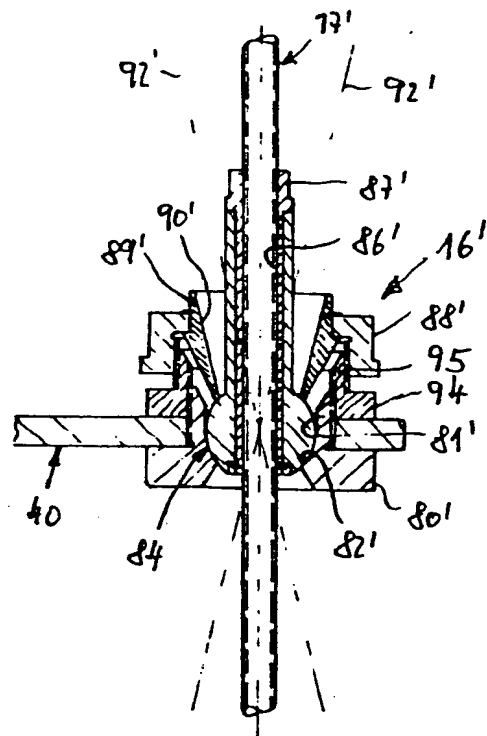
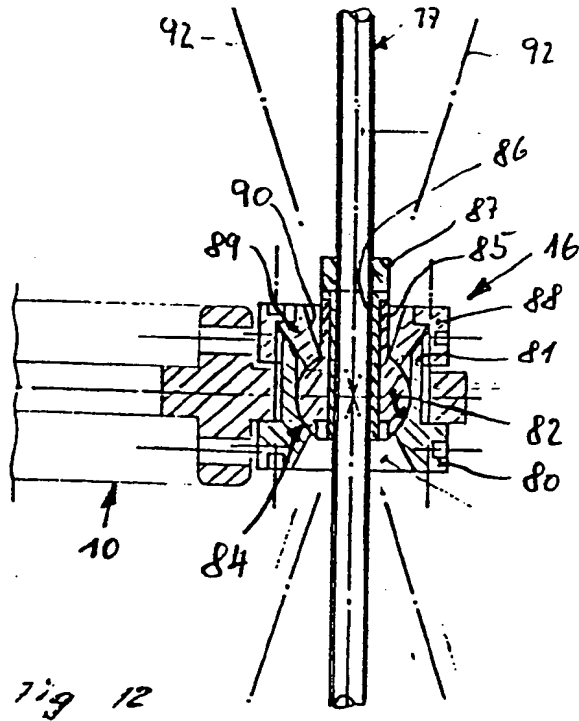
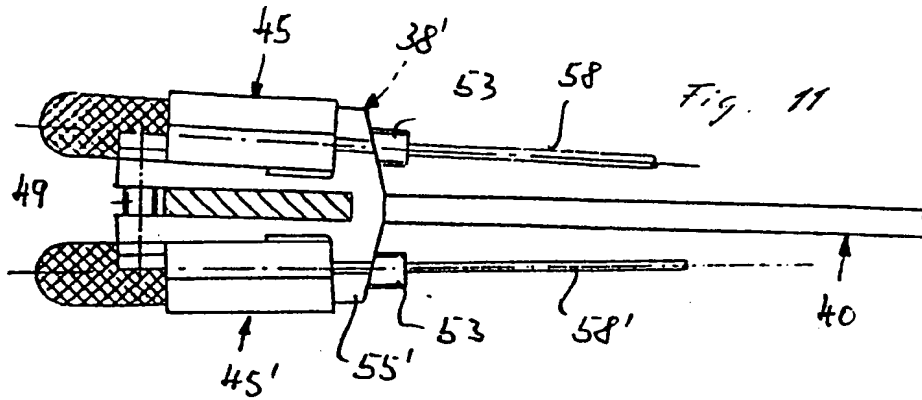


Fig. 5



3/4



4/4

Fig. 14

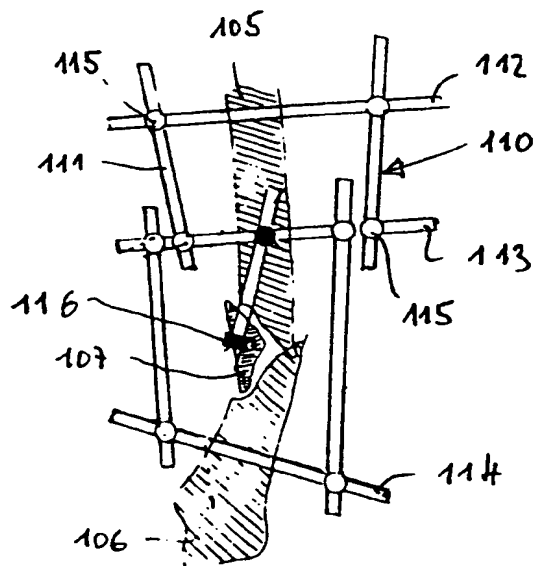
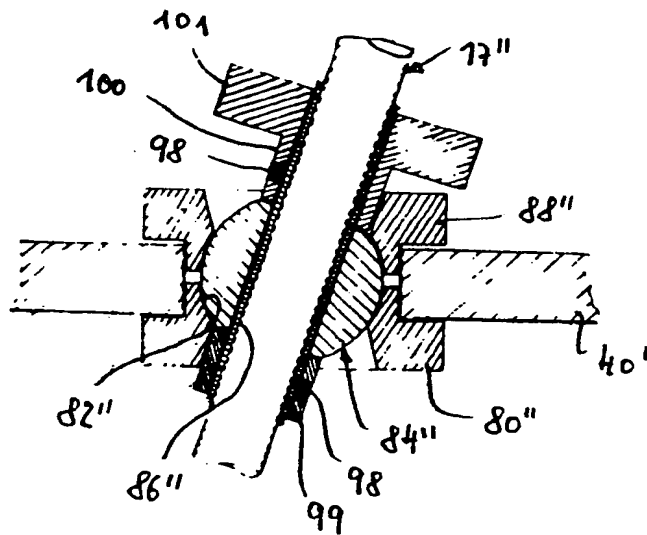


Fig. 15

THIS PAGE BLANK (USPTO)